

Einleitung & Motivation

- Nachlieferung von Phosphat zur Wurzel geschieht überwiegend über Diffusion
- Niedrige Pflanzenverfügbarkeit von Phosphat durch hohe Adsorption im Boden
- Mobilisierung durch Abgabe von Carboxylaten (z.B. Citronensäure)

Ziel: Bestimmung der diffusiven Nachlieferung im Boden

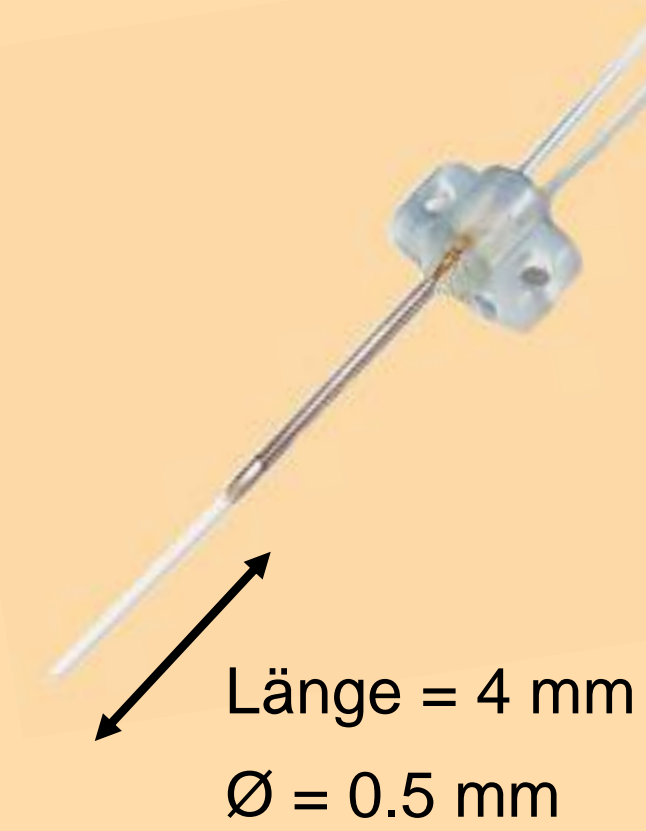
Mikrodialyse

- diffusiver Transport durch eine semi-permeable Membran (Abb. 1 & Abb. 2)
- Abgabe von Stoffen aus dem Perfusat ermöglicht Simulation von Rhizosphären-Prozessen
- nur kleinräumige Beeinflussung der Bodenstruktur und des Bodenchemismus

Fragestellung:

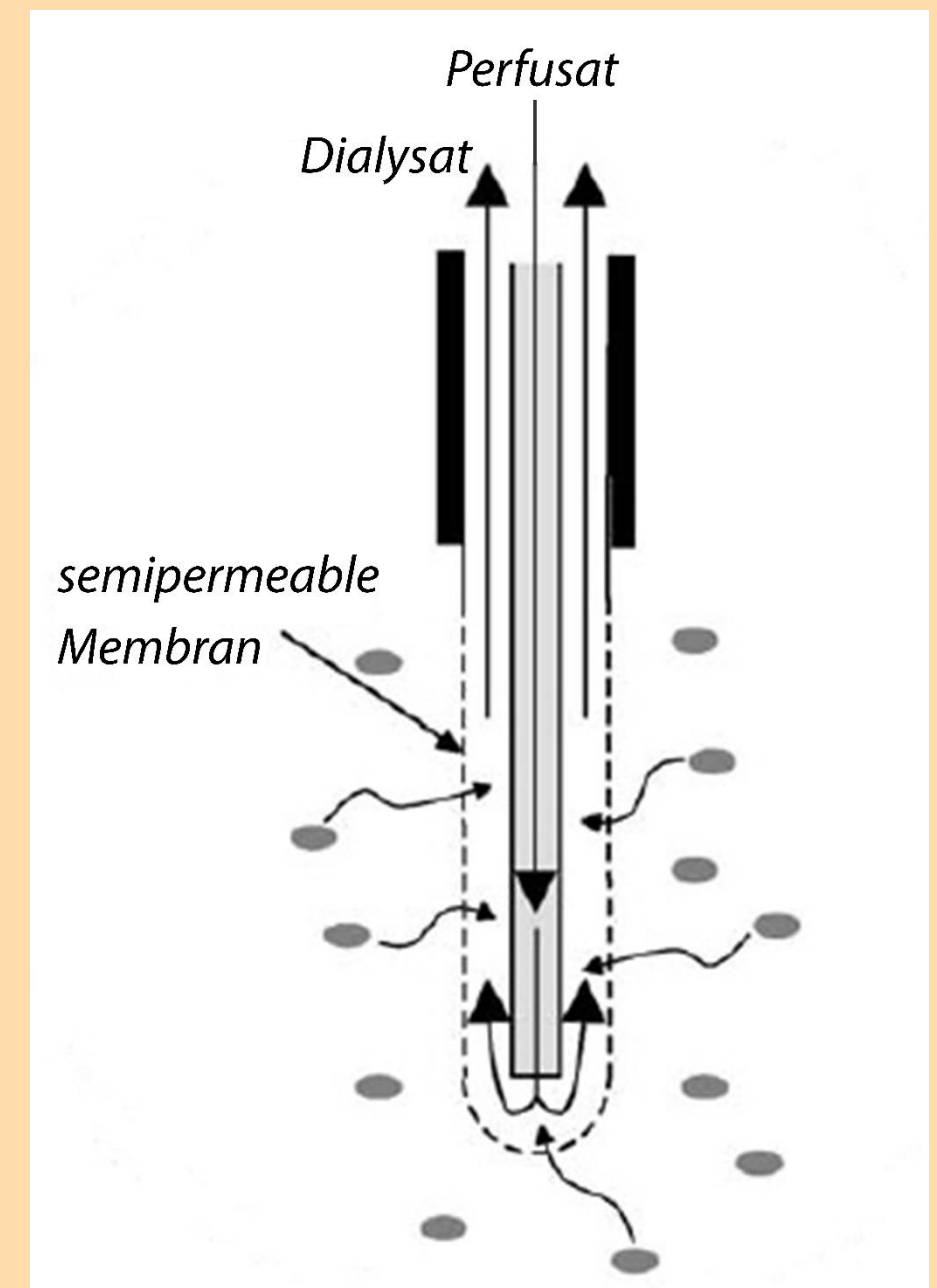
- 1) Eignet sich die Mikrodialyse zur Bestimmung von Boden-Phosphat
- 2) Erhöht die Zugabe von Citrat ins Perfusat die diffusive Nachlieferung

Abbildung 1



CMA Microdialysis, Schweden

Abbildung 2



verändert nach Plock et al. (2005)

Laborexperiment

- peristaltischen Pumpe (2 µl/min)
- push-pull Pumpverfahren
- Perfusat: 10 mM KNO₃ Lösung
- Dauer: 20 h
- Membran-Material: Polyarylethersulfon
- cut-off: 20 kDa



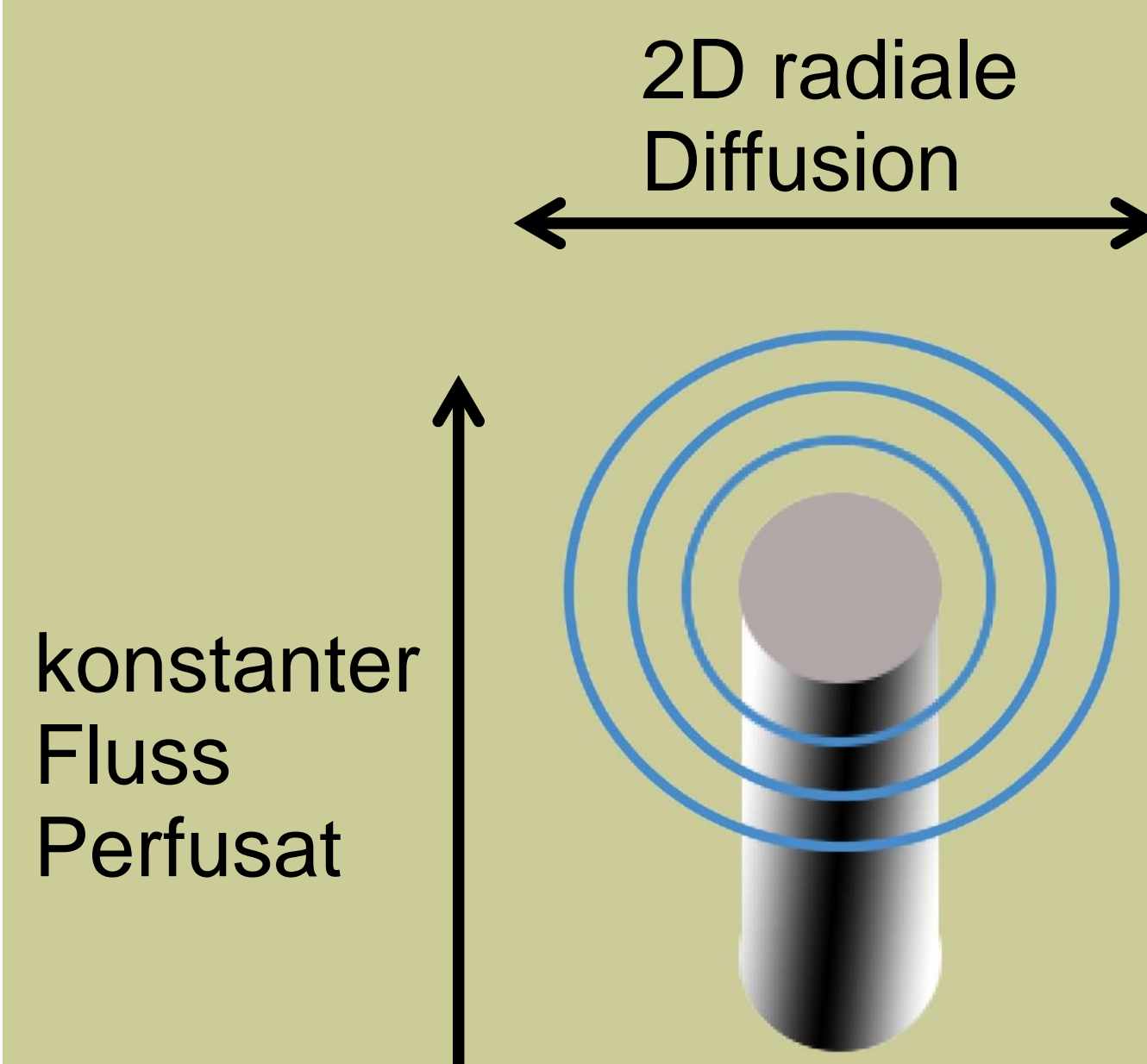
Versuche:

3 Böden: Maisacker, Wiese, Buchenwald
(3 Wiederholungen)

mit Citrat ↔ ohne Citrat



Diffusionsmodell

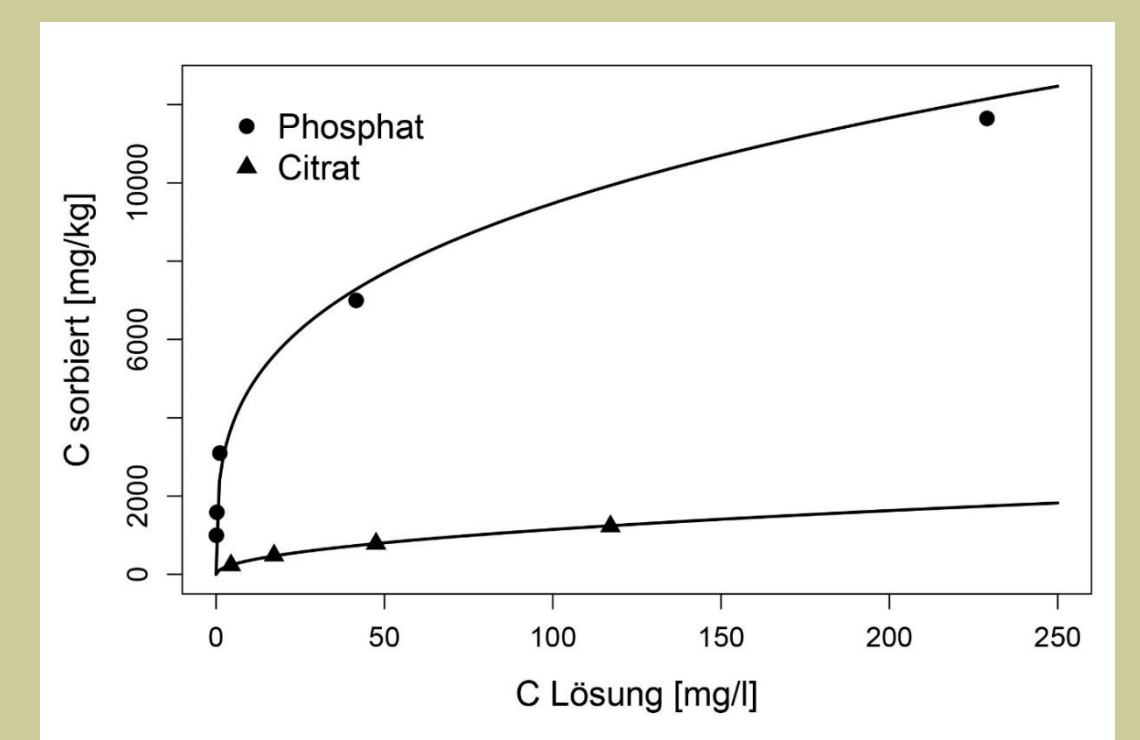


konstanter
Fluss
Perfusat

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r D_{eff} \frac{\partial C}{\partial r} \right)$$

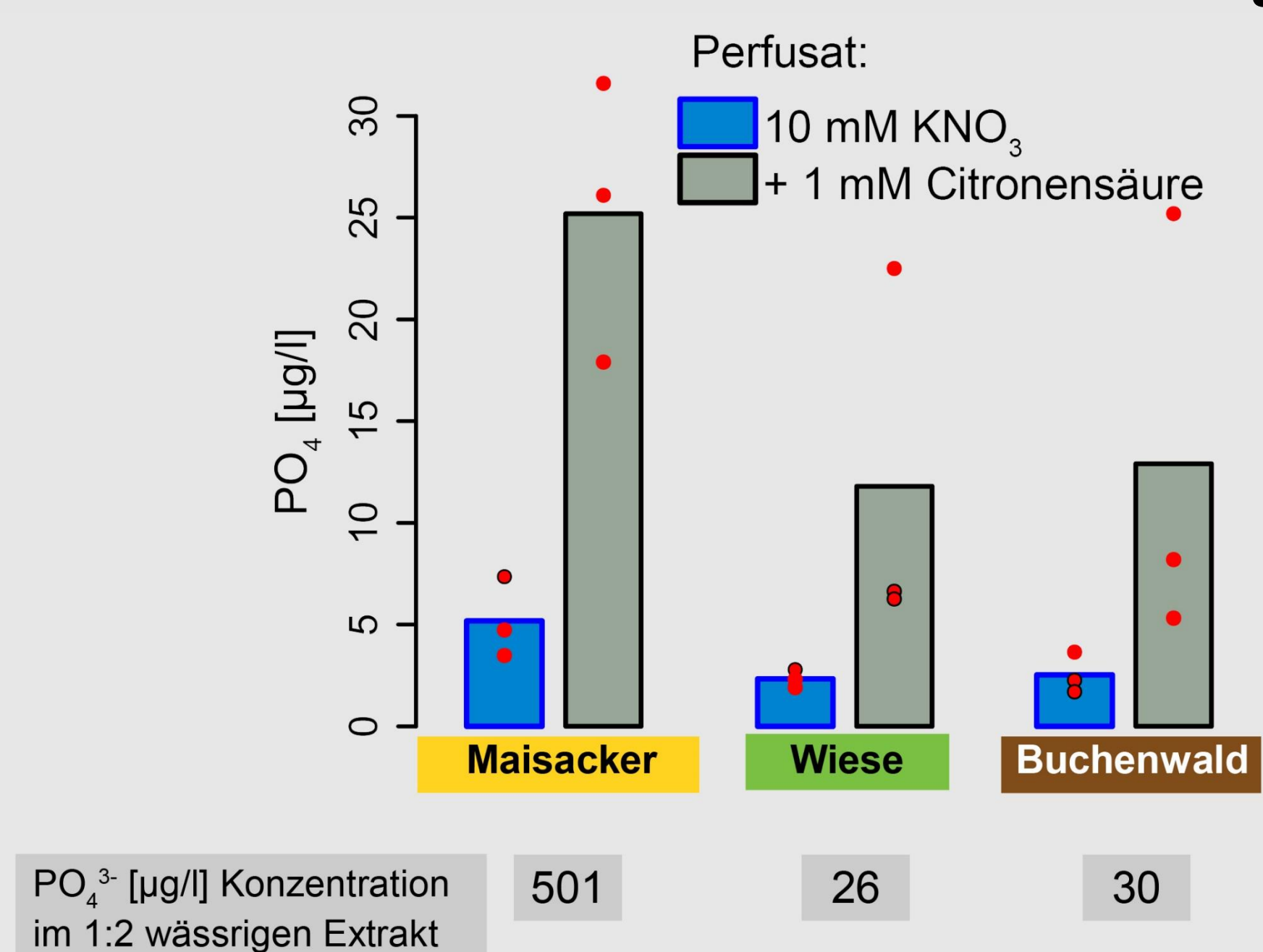
$$D_{eff} = \frac{D_0 \Theta f}{b}$$

Wassergehalt (Θ)
Impedanzfaktor (f)
Sorptionseigenschaften (b)



Laborergebnisse

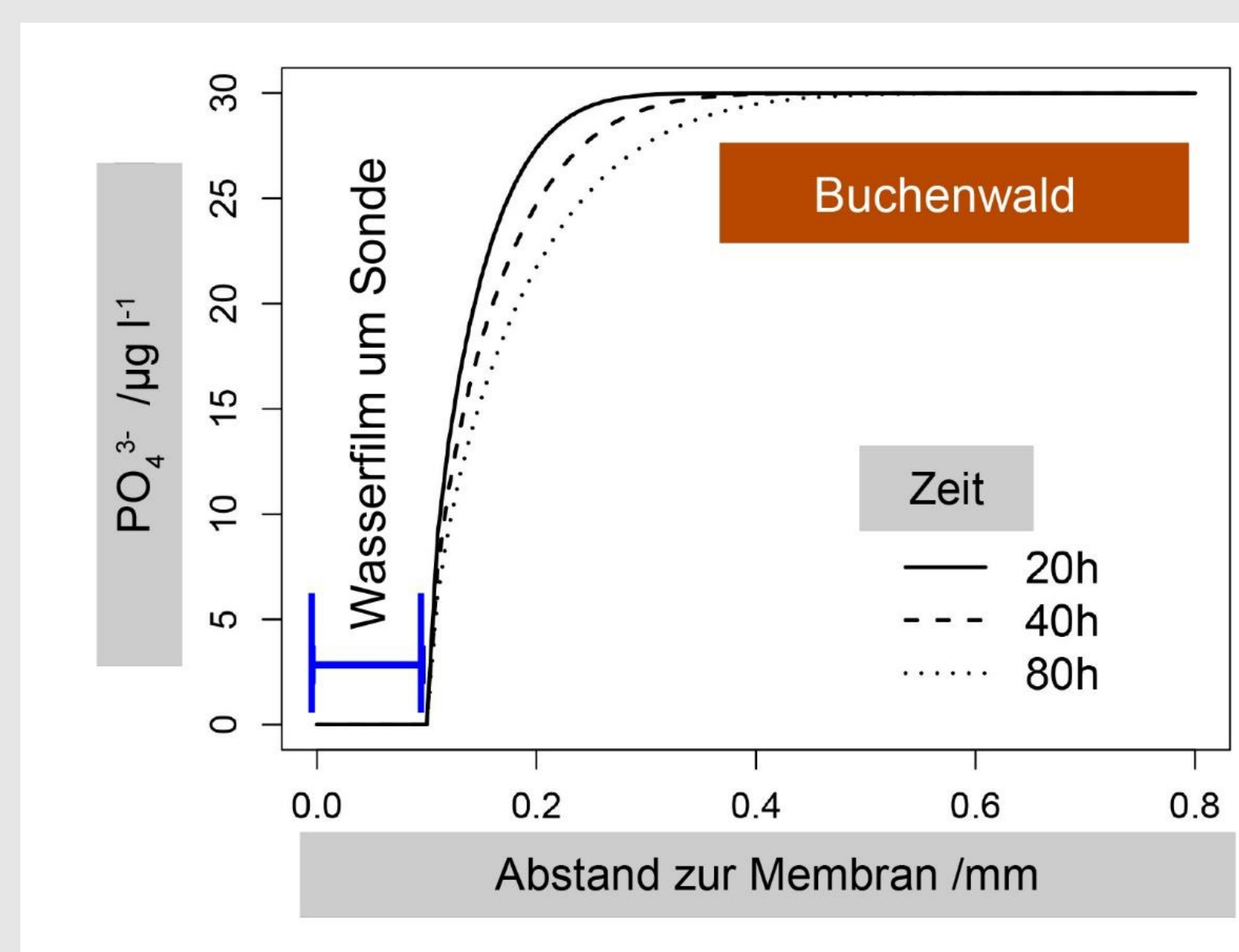
Abbildung 3



- Phosphat-Nachlieferung ist nicht proportional zum Vorrat (wässriger Extrakt)
- Höhere diffusive Verfügbarkeit von Phosphat durch Citrat-Retrodiffusion und resultierende Desorption von Phosphat

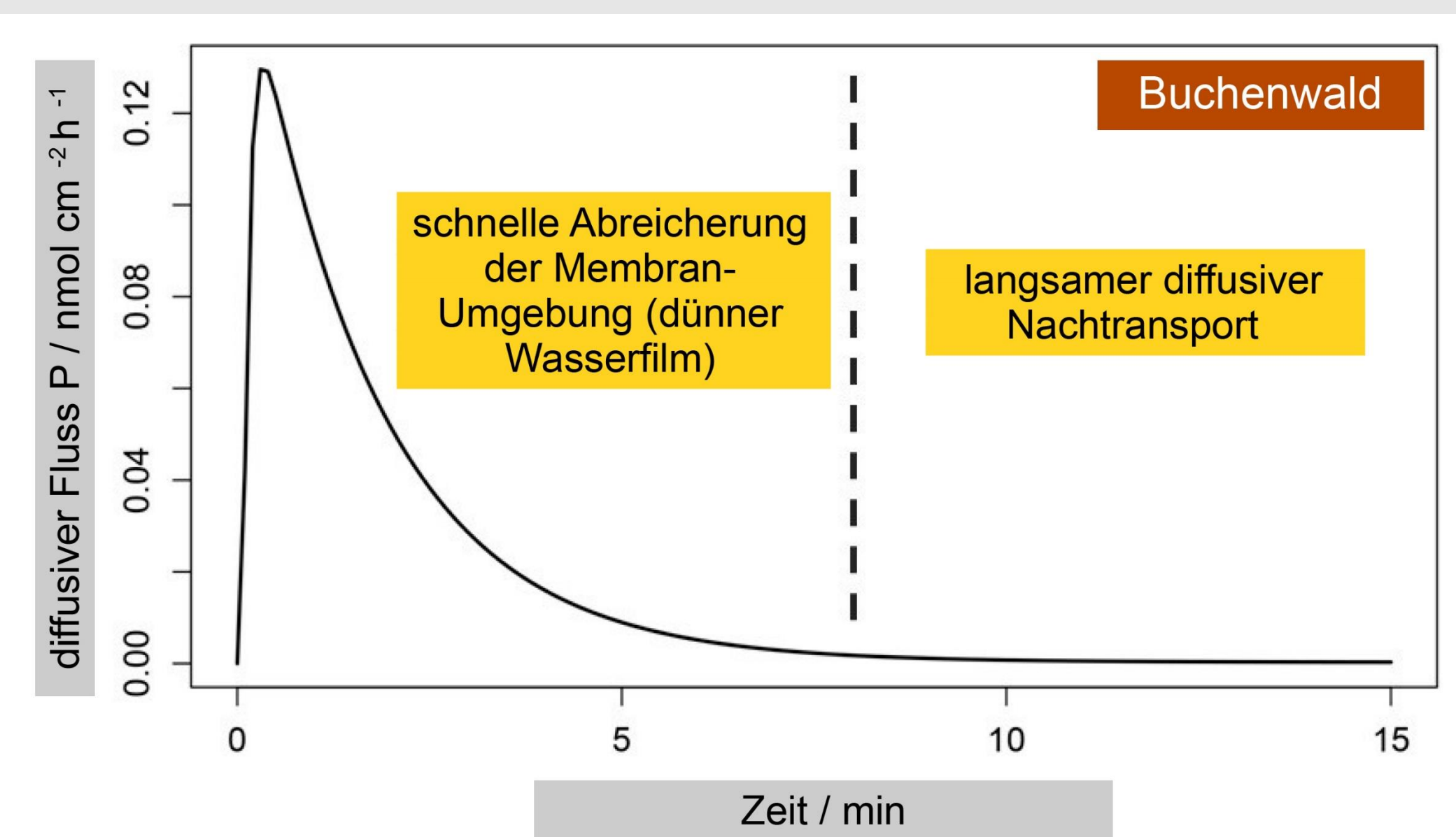
Modellergebnisse

Abbildung 4



Starke Verarmung um die Sonde durch die geringe Mobilität des Phosphats. Auch nach 80 h ist kein „steady-state“ erreicht.

Abbildung 5



Hoher diffusiver Fluss in die Sonde in den ersten Minuten, der durch die Verarmung um die Sonde schnell abnimmt. Danach wird der Fluss durch den langsamen diffusiven Nachtransport gesteuert.

Schlussfolgerung

- Mikrodialyse ist nutzbar um die diffusiv verfügbare Fraktion des Phosphats im Boden zu messen
- Durch längere Messzeiten wird nicht der absolute Gehalt sondern die Nachlieferung beprobt (nicht proportional zum P-Gehalt)
- Durch die geringe Mobilität des Phosphats im Boden gibt es einen untergeordneten Einfluss der Membraneigenschaften ($D_{Membran} \gg D_{eff}$)
- Die Zugabe mobilisierender Substanzen erhöht die Nachlieferung

Ausblick

- Test verschiedener mobilisierender Substanzen wie z.B. Phosphatasen
- Persistenz der diffusiven Nachlieferung in Abhängigkeit vom Vorrat und der Mobilisierungsrate
- Quantifizierung der kleinräumigen Heterogenität der Phosphat-Nachlieferung z.B. in der Rhizosphäre, im Aggregatinneren oder in Fließbahnen